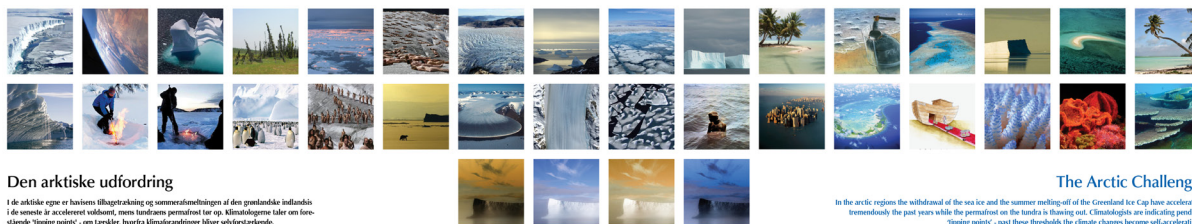


Klimatologiske Tipping Points



Den arktiske udfordring

I de arktiske egne er havisens tilbagetrækning og sommerafsmeltningen af den grønlandske indlandsis i de seneste år accelereret voldsomt, mens tundraens permafrost tør op. Klimatologerne taler om forestående 'tipping points' - om tærskler, hvorfra klimaforandringer bliver selvforstærkende.

I de arktiske områder er der allerede i dag markante klimaforandringer. Isbæltet smelter, og den arktiske havis er i dag mindre end tidligere. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder.

I de arktiske områder er der allerede i dag markante klimaforandringer. Isbæltet smelter, og den arktiske havis er i dag mindre end tidligere. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder.

I de arktiske områder er der allerede i dag markante klimaforandringer. Isbæltet smelter, og den arktiske havis er i dag mindre end tidligere. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder.

I de arktiske områder er der allerede i dag markante klimaforandringer. Isbæltet smelter, og den arktiske havis er i dag mindre end tidligere. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder.

I de arktiske områder er der allerede i dag markante klimaforandringer. Isbæltet smelter, og den arktiske havis er i dag mindre end tidligere. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder.

I de arktiske områder er der allerede i dag markante klimaforandringer. Isbæltet smelter, og den arktiske havis er i dag mindre end tidligere. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder.

I de arktiske områder er der allerede i dag markante klimaforandringer. Isbæltet smelter, og den arktiske havis er i dag mindre end tidligere. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder.

I de arktiske områder er der allerede i dag markante klimaforandringer. Isbæltet smelter, og den arktiske havis er i dag mindre end tidligere. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder.

I de arktiske områder er der allerede i dag markante klimaforandringer. Isbæltet smelter, og den arktiske havis er i dag mindre end tidligere. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder.

I de arktiske områder er der allerede i dag markante klimaforandringer. Isbæltet smelter, og den arktiske havis er i dag mindre end tidligere. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder.

I de arktiske områder er der allerede i dag markante klimaforandringer. Isbæltet smelter, og den arktiske havis er i dag mindre end tidligere. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder.

I de arktiske områder er der allerede i dag markante klimaforandringer. Isbæltet smelter, og den arktiske havis er i dag mindre end tidligere. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder.

I de arktiske områder er der allerede i dag markante klimaforandringer. Isbæltet smelter, og den arktiske havis er i dag mindre end tidligere. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder.

I de arktiske områder er der allerede i dag markante klimaforandringer. Isbæltet smelter, og den arktiske havis er i dag mindre end tidligere. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder. I de seneste år er der blevet registreret en række rekordvarme dage i de arktiske områder.

Climatological Tipping Points

The Arctic Challenge
In the arctic regions the withdrawal of the sea ice and the summer melting of the Greenland ice cap are accelerating tremendously the past years while the permafrost on the tundra is thawing out. Climatologists are indicating pending 'tipping points' - past these thresholds the climate changes become self-accelerating.

In the arctic regions the withdrawal of the sea ice and the summer melting of the Greenland ice cap are accelerating tremendously the past years while the permafrost on the tundra is thawing out. Climatologists are indicating pending 'tipping points' - past these thresholds the climate changes become self-accelerating.

In the arctic regions the withdrawal of the sea ice and the summer melting of the Greenland ice cap are accelerating tremendously the past years while the permafrost on the tundra is thawing out. Climatologists are indicating pending 'tipping points' - past these thresholds the climate changes become self-accelerating.

In the arctic regions the withdrawal of the sea ice and the summer melting of the Greenland ice cap are accelerating tremendously the past years while the permafrost on the tundra is thawing out. Climatologists are indicating pending 'tipping points' - past these thresholds the climate changes become self-accelerating.

In the arctic regions the withdrawal of the sea ice and the summer melting of the Greenland ice cap are accelerating tremendously the past years while the permafrost on the tundra is thawing out. Climatologists are indicating pending 'tipping points' - past these thresholds the climate changes become self-accelerating.

In the arctic regions the withdrawal of the sea ice and the summer melting of the Greenland ice cap are accelerating tremendously the past years while the permafrost on the tundra is thawing out. Climatologists are indicating pending 'tipping points' - past these thresholds the climate changes become self-accelerating.

In the arctic regions the withdrawal of the sea ice and the summer melting of the Greenland ice cap are accelerating tremendously the past years while the permafrost on the tundra is thawing out. Climatologists are indicating pending 'tipping points' - past these thresholds the climate changes become self-accelerating.

In the arctic regions the withdrawal of the sea ice and the summer melting of the Greenland ice cap are accelerating tremendously the past years while the permafrost on the tundra is thawing out. Climatologists are indicating pending 'tipping points' - past these thresholds the climate changes become self-accelerating.

In the arctic regions the withdrawal of the sea ice and the summer melting of the Greenland ice cap are accelerating tremendously the past years while the permafrost on the tundra is thawing out. Climatologists are indicating pending 'tipping points' - past these thresholds the climate changes become self-accelerating.

In the arctic regions the withdrawal of the sea ice and the summer melting of the Greenland ice cap are accelerating tremendously the past years while the permafrost on the tundra is thawing out. Climatologists are indicating pending 'tipping points' - past these thresholds the climate changes become self-accelerating.

In the arctic regions the withdrawal of the sea ice and the summer melting of the Greenland ice cap are accelerating tremendously the past years while the permafrost on the tundra is thawing out. Climatologists are indicating pending 'tipping points' - past these thresholds the climate changes become self-accelerating.

In the arctic regions the withdrawal of the sea ice and the summer melting of the Greenland ice cap are accelerating tremendously the past years while the permafrost on the tundra is thawing out. Climatologists are indicating pending 'tipping points' - past these thresholds the climate changes become self-accelerating.

In the arctic regions the withdrawal of the sea ice and the summer melting of the Greenland ice cap are accelerating tremendously the past years while the permafrost on the tundra is thawing out. Climatologists are indicating pending 'tipping points' - past these thresholds the climate changes become self-accelerating.

In the arctic regions the withdrawal of the sea ice and the summer melting of the Greenland ice cap are accelerating tremendously the past years while the permafrost on the tundra is thawing out. Climatologists are indicating pending 'tipping points' - past these thresholds the climate changes become self-accelerating.

In the arctic regions the withdrawal of the sea ice and the summer melting of the Greenland ice cap are accelerating tremendously the past years while the permafrost on the tundra is thawing out. Climatologists are indicating pending 'tipping points' - past these thresholds the climate changes become self-accelerating.

Afsmeltning af Grønlands indlandsis

Melting of the Greenland Ice Cap

www.peta.giss.nasa.gov/pub/ice/2000/Hansen_1.html

www.flood.firetree.net



www.peta.giss.nasa.gov/pub/ice/2000/Hansen_1.html

www.flood.firetree.net

Den arktiske udfordring

I de arktiske egne er havisens tilbagetrækning og sommerafsmeltningen af den grønlandske indlandsis i de seneste år accelereret voldsomt, mens tundraens permafrost tør op. Klimatologerne taler om forestående 'tipping points' - om tærskler, hvorfra klimaforandringer bliver selvforstærkende.

I det arktiske område ser man i disse år markante klimaforandringer. Stadig større områder af **Det Arktiske Hav**, som i vinterhalvåret er helt dækket af is, smelter i løbet af sommermånederne, og det slag, som dannes i løbet af vinterhalvåret bliver stadig tyndere. Udsigten til at Nordpolen bliver **isfri** i sommermånederne er inden for de seneste få år rykket frem fra at kunne ske i en fjern fremtid til at kunne være en realitet inden for ganske få år.

Når sollyset rammer den kridhvide havis, reflekteres størstedelen af lyset tilbage i verdensrummet. Men når lyset rammer havet, trænger en stor del af lyset ned i havet og fører til **øget opvarmning**. I de seneste år har man kunnet konstatere en begyndende optøning af havbund og tundraegne, som har store mængder af metangas indefrosset. Metan er en kraftig drivhusgas, og frigivelsen af me-

tangas fører ligesom med CO₂ til, at en større del af det sollys, som rammer Jorden, forbliver i Jordens atmosfære. På billederne herover har man antændt lommer af **metangas**, som har samlet sig under isen.

Det er anslået, at hvis den arktiske permafrost tør helt op, vil det føre til op til en 10-dobling af atmosfærens koncentration af metan. Klimatologerne taler i sådanne situationer om **tipping points**, hvor den klimatologiske situation fra at være relativt stabil tipper over og bliver selvaccelererende.

En tidshorisont på 15 - 20 år

Siden begyndelsen af den industrielle æra har der været en global opvarmning på 0,7° C. Men denne opvarmning er ikke jævnt for-

delt. I den arktiske region ser man allerede i dag flere steder temperaturstigninger på over 2° C. Når man ved klimaforhandlingerne taler om at måtte holde de globale temperaturstigninger på under 2° C i forhold til førindustrielle tider, så vil det i den arktiske region svare til en opvarmning på 5° C eller mere. Det svarer rundt regnet til temperaturforskellen mellem Danmark og Norditalien.

Man ser derfor i disse år i sommermånederne en stadig større afsmeltning af **den grønlandske indlandsis** (se billede 1). Flere steder langs randen af indlandsisen har man ligefrem anlagt vandkraftværker, som udnytter smeltevand. I løbet af sommeren dannes der på indlandsisen store søer af smeltevand (se 5-9), som gennem revner i isen - som gradvist bliver til store skakter (se 2-4) - løber ind under ismassiverne og opbløder bunden. Dette er sandsynligvis medvirkende til, at indlandsisen kælder langt hurtigere end for blot få år siden.

En nylig amerikansk undersøgelse kom frem til, at den grønlandske indlandsis ville begynde at destabilisere ved en CO₂-koncentration i atmosfæren omkring 425 ppm. Med den nuværende stigning vil vi nå det niveau i løbet af 15-20 år. Og der er i dag en voksende bekymring for, at smeltevand kan føre til, at større ismasser skulper ud i havet på én gang.

Verden over ser man i disse år gletsjerne svinde ind - i Alperne, i Andesbjergene og i Himalaya. Mange af Asiens store floder har deres begyndelse i Himalaya-bjergenes gletsjere: Indus, Ganges, Brahmaputra, Mekong-floden, Yangtze-floden og Den Gule Flod. Gennem tiderne har gletsjerne betydet, at der var rigeligt med vand i floderne også i sommertiden og har dermed givet gode vilkår for agerbruget, og på disse flodsletter finder man i dag op imod en tredjedel af verdens befolkning. Den dag smeltevand fra gletsjerne svigter, vil det få store konsekvenser for **dyrkningsmulighederne**, ikke mindst i et land som Pakistan, hvor 80% af landbrugsarealet overrisles med vand fra Indus, som i sommermånederne får 70-80% af sit vand fra gletsjere.

Nu regnes havstigninger i meter

Indtil for få år siden regnede man kun med **havstigninger** forårsaget

af, at verdenshavenes vandmasser udvidede sig med opvarmningen. Men efterhånden som man har indset, at klodens ismassiver skrumper, har prognoserne ændret sig fra at regne havstigninger i centimeter til at regne i meter. Og et sandsynligt skøn er i dag, at verdenshavene vil stige op imod 1 meter inden år 2100.

Derfor kommer København til inden for få årtier at skulle overveje at anlægge diger ved Nordhavn og Sydhavn for at beskytte sig mod det stigende hav. Men 1 meter havstigning vil være undergangen for lande som **Maldiverne** og **Kiribati**, hvis palmebevoksede koralrevsøer typisk ikke rager mere end 2 m over havets overflade. Her er dæmninger ikke mulige.

Foreløbig kan vi gardere os. Men hvis Grønlands indlandsis smelter, vil det føre til en havstigning på 7 m. Det vil ikke ske i morgen, og ikke i det 21. århundrede, men på sigt. Ifølge leder af NASAs klimaforskningsafdeling James E. Hansen vil en koncentration af CO₂ på **450 ppm** igennem længere tid betyde en fuld afsmeltning af alle klodens ismassiver og dermed en havstigning på op omkring **75 m**. Det er på den baggrund, at klimatologerne siger, at det haster med at vende udviklingen, og at vi ikke bare kan fortsætte med at afbrænde fossile brændstoffer som nu. For hvert år vi venter med at igangsætte omlægningen til det fossilfrie samfund, bliver det ikke bare dyrere. Risikoen for at nå tipping points, hvorfra klimaforandringerne bliver selvaccelererende, bliver større og større.

COP 15 i København og COP 16 i Cancun har klart vist, hvor svært det er for verdens lande at nå til enighed om de nødvendige CO₂-reduktioner, og selv med en global klimaaftale i hus vil det tage tid, før udviklingen vender. Hvis man vil **vende udviklingen** på Arktis, er det derfor vigtigt, ud over den langsigtede strategi for at bringe CO₂-udledningerne til ophør, at gå efter nogle hurtige løsninger. Dels vil man ved målrettet at søge at mindske **metanudledningerne** få en hurtig effekt, da metan bliver langt kortere tid i atmosfæren end CO₂. Dels ville man ved at sætte filtre på alle verdens kulkraftværker kunne mindske mængden af **kulstøv** i luften, som i dag tilsmudser de udstrakte is- og sneflader - og dermed sikre, at der igen vil blive reflekteret mere lys og varme bort fra de arktiske vidder.